

I 緒 言

近年、わが国の工業技術は迅速なる進歩をとげそれに伴う諸産業の進展も著しく、国民総生産額においても、国民所得においても、その伸び率は諸外国の追随を許さぬものがある。

その中であって、わが国の農業は技術こそ高度の成長をとげたとはいえ、生産額と所得においては、他産業のそれには到底立ち向かうことができない状態におかれつつある。

このような状態に対処するために、農業基本法が制定され、農業の近代化、農業構造の改善、自立経営の確立等の諸施策が強く推進されるようになってきた。

わが国農業の土地生産性はきわめて高いが、労働生産性が低いことは、つとに指摘されているところであり、これが解決を図るためには、経営規模ひいては耕地規模の拡大と機械利用組織の確立により、機械の効率的利用を図ることが必要である。同時に農業機械化の本来的な姿である機械化一貫作業体系の確立が急務である。

過去における農業機械化はきわめて初歩的であり、かつ跛行的であり、個人単位に実施されてきたために、機械の導入に先立って十分な計画が立案され、検討されることが少なかったし、どんぶり勘定でもなんとかやっけてゆけたかも知れない。

しかるに現在、諸外国、諸産業に伍して農業の機械化を推し進めるためには、その機械化が高度であり、かつ多大の資本投下を必要とするため、導入前にあらかじめ十分な計画を立案し、経済的に、作業体系あるいは立地条件との関連において、慎重に検討を加えることが必要であり、欠くことのできないものとなった。

最近、北海道をはじめ、全国各地において農業近代化、あるいは構造改善に関する事業が実施されようとしており、総事業費の約40%が機械購入費であり、ほかの40%以上が機械化を前提とする基盤整備費であるという場合が多い。元来、農業機械化は経営の目的でなく、経営改善の手段であるべきであるのに、機械さえ導入すれば、すべて事たれりとする傾向があり、経済性や作業体系の

点で十分な配慮がなされていない。そのため機械化計画の立案と実施に混乱を呈しているが、きわめて粗雑にあつかわれている場合が多い。

前述のように、多額の資本投下をするからには従来のようなどんぶり勘定で、しかも十分な配慮をほらわないでいては、近い将来に経営は破綻におちいること必定で、機械化貧乏を結果することにならう。

筆者は、北海道農務部農業改良課、北海道立農業試験場十勝支場に在勤し、その間機械化営農試験地、機械化実験集落の計画の立案と指導に従事してきた。その結果、いかに機械化計画が重要であることを痛感している。

本論文は、その経験と幾多の試験結果をもとにして、北海道の農家の実状にそくした機械化計画の立案の方法、経済性検討の方法について考察したものであり、一部は既に北海道農務部、全購連あるいはホクレン農業協同組合等が採用し、「農業機械化の手引」「農業機械化計画策定指針」「農業機械の共同利用と農協」等の印刷物となっている。

本研究の実施にあたって、昭和18年以来、終始変わらざるご指導をいただいている北海道大学農学部常松栄名誉教授に厚く感謝するものである。

II 計画の前提となるべき経費試算

農業機械化計画を立案するにあたって、各種の農業機械の個々について、予め経費に試算を行なうことが必要である。ここで述べようとする農業機械の経費試算法は、何も新しいものではなく経験や実例をもとにした試算の繰返しによって到達するものである。

米国では1900年ころから農業機械の飛躍的発展をみたが、その際にこの試算法が実地に応用され効果を発揮して今日にいたっている。

一方、わが国においては、農業経済の参考書には古くから散見されるが、実際に応用された例はあまり見受けられない。この理由は、日本の農業経営の規模があまりに小さすぎて、特別に試算をするうま味にかけていたこと、あてずっぽうで事足りていたことによるものと考えられる。

従来、農業機械化を考える場合、その計画領域は個々の農業者の限られた経営についてか、あるいは数戸の農業者による部分的共同利用という限られた枠の中でなされていたにすぎない。

しかるに、最近の新しい農業事情は、農業近代化という新しい感覚に立たざるを得なくさせ、世界農業の一環として経営構造や機械利用形態の変革を促進する空気を醸成した。

そして農業近代化の有力な担手としての農業機械化は、個々の農業者の機械化から、数戸の農業者群の機械化へ、更に部落あるいは全村を対象としたり、数か村にまたがるような、より大きな農業者群の機械化を考えるべきだとする認識が強まりつつある。

この認識の下で広域的機械利用をするための機械化計画の試算対象領域は、従来に数倍し、あるいは数十倍する結果となるから、その計画があてずっぽうであったり、いい加減なものでは重大な計画そごを生ずることとなり、近代化への前進がはばまれることになる。

以下、農業機械の経費試算につき、実例を加えつつ述べると共に、容易な試算法についてもふれ実際の農業者や現地の指導者も、容易に試算できるように心がけた。

(I) 機械利用経費試算

1. 機械利用経費

機械利用経費は固定経費と作業経費に大別して考える必要がある。

1) 固定経費

固定経費とは機械を利用しても利用しなくとも年間フルに稼働しても、わずかし稼働しなくとも、年間に固定してかかる経費である。

一般に固定経費の内容は、償却費、資本利子、租税公課、保険料、修理費積立金、車庫費、固定の潤滑費等であって、地域や経営のいかんにかかわらず機械の種類別に、一定した経費が1年ごとに固定して計上されるものである。

しかし、この固定経費は、利用時間当たりや、利用面積当たりにして考えれば、利用時間や面積が多ければ多いほど低くなる性質をもっている。

修理費は固定経費に含むべきでないとする論も

あるが、必ずしも利用の増加に伴って増大するとは限らないし、計画段階においては将来かかるであろう修理費をあらかじめ年次別にあるいは利用時間の多寡にしたがって正確に予測することができづらいから、購入価格にある比率を乗じたものを、修理費積立金として計上するのがよい。

固定潤滑費とは、ミッションオイル、デフオイル等のように、利用時間の多寡にかかわらず、年に1回か2回の更新を必要とする潤滑油の経費であって、エンジンオイルや、作業時に注油するニップルグリースのようなものは含まない。

これも購入価格に一定の比率を乗ずるのが普通である。

また、車庫費についても、機械の購入価格が高いからといって車庫の占有面積が大きいとは限らないが、一応の目安とするためには、購入価格に一定の率を乗ずる。

租税公課や保険料も計画段階では、購入価格に一定の比率をかけて計算することが賢明である。

以上の固定経費を算式にあらわしてみれば、次のとおりである。

$$\text{償却費} \dots\dots\dots \frac{P - S}{n} \dots\dots\dots \text{①}$$

$$\text{資本利子} \dots\dots\dots \alpha \frac{P + S}{2} \dots\dots\dots \text{②}$$

$$\text{租税公課} \dots\dots\dots \beta_1 P \dots\dots\dots \text{③}$$

$$\text{保険料} \dots\dots\dots \beta_2 P \dots\dots\dots \text{④}$$

$$\text{修理費} \dots\dots\dots \beta_3 P \dots\dots\dots \text{⑤}$$

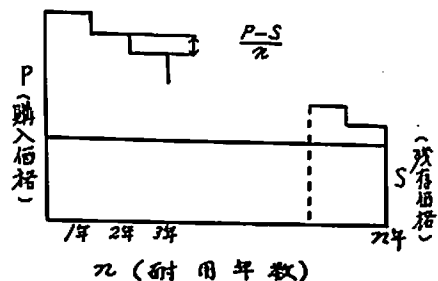
$$\text{車庫費} \dots\dots\dots \beta_4 P \dots\dots\dots \text{⑥}$$

$$\text{固定的潤滑費} \dots\dots\dots \beta_5 P \dots\dots\dots \text{⑦}$$

P : 購入価格 S : 残存価格 n : 耐用年数

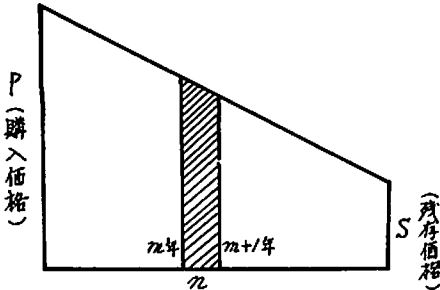
α : 資本利子率 $\beta_1 \sim \beta_5$: 系数

償却費の算式を関解すればつぎのとおりである



また資本利子は、計算の年次により異なるが、ここでは平均資本利子で検討するのが普通である。したがって次図において、全体の面積が資本利子の対象となる。

その面積は台形であるから (上底+下底) × 高さ ÷ 2 で求められ $\frac{(P+S) \times n}{2}$ となる。



その面積の n 等分したものに對し資本利子率 α がかけられるから、次式

$$\frac{(P+S) \times n}{2} \div n \times \alpha$$

となり、これを簡略化すれば

$$\alpha \frac{P+S}{2}$$

となる。

ただし、この方式での計算値は、年ごとに年度始め価格に利子率をかけてできた年ごとの利子額の総和を、耐用年数で割った答えと若干異なってくる。しかし、計算の手間からみて、上式を採用した方が計兩段階においては、有利であると考えられる。

さて、以上述べた固定経費の総和は①式から⑦式までを加えたものであるから、年間固定経費 (T_r) は

$$T_r = \frac{P-S}{n} + \frac{P+S}{2} + \beta_1 P + \beta_2 P + \beta_3 P + \beta_4 P + \beta_5 P \dots\dots\dots(8)$$

となる。更に計算の都合上

$$\frac{S}{P} = p \quad \frac{1}{n} = m \quad \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4 + \beta_5 = \beta$$

とすれば、⑧式はつぎのように簡略化される。

$$T_r = P \left\{ m(1-p) + \frac{\alpha}{2} (1+p) + \beta \right\} \dots\dots\dots(9)$$

ここに { } の中の m, p, α , β はそれぞれの機

械ごとに定数的なものがあるから、{ } の中を C_1 とすれば

$$T_r = PC_1 \dots\dots\dots(10)$$

となる。

2) 固定経費の計算例

例を農業用トラクターについて考えてみることにする。

残存価格 (S) は購入価格 (P) の10%とみるのが普通であるから

$$p = \frac{S}{P} = \frac{0.1P}{P} = 0.1$$

となる。また耐用年数を8年とすれば

$$m = \frac{1}{n} = \frac{1}{8} = 0.125$$

となる。また資本利子率を年7分5厘とすれば

$$\alpha = 0.075$$

である。

β の中身は $\beta_1 \dots \beta_5$ であるが購入価格に対する割合は

- β_1 = 租税公課の系数 = 0.005 (0.5%)
- β_2 = 保険料の系数 = 0.0025 (0.25%)
- β_3 = 修理費の系数 = 0.05 (5%)
- β_4 = 車庫費の系数 = 0.005 (0.5%)
- β_5 = 固定的潤滑費の系数 = 0.01 (1%)

と見積もることができる。修理費の百分率はアメリカ等においては3.5%であるが、技術に熟達していない場合が多いし、安全をとって5%とするのが適当である。クローラー型のトラクターは、走行装置の修理費がかさむので10%とすればよいであろう。

以上から

$$\beta = 0.005 + 0.0025 + 0.05 + 0.005 + 0.01 = 0.0725$$

となる。

したがって、⑨式の { } の中すなわち C_1 はつぎのとおりになる。

$$\begin{aligned} C_1 &= 0.125(1-0.1) + \frac{0.075}{2} (1+0.1) + 0.0725 \\ &= 0.125 \times 0.9 + 0.075 \times 0.55 + 0.0725 \\ &= 0.1125 + 0.04125 + 0.0725 \\ &= 0.22625 \end{aligned}$$

⑩式より、固定経費の総和は

$$T_r = 0.22625 P \dots\dots\dots(11)$$

となる。

もし、135万円の営業用トラクターの固定経費を求めるとするならば

$$T_r = 1,350,000 \text{円} \times 0.22625 \\ = 305,438 \text{円}$$

となり、容易に固定経費が算出される。

トラクター用の作業機についても同様の手段によって計算することができるが、一応の目安として、計算基礎を表示することにする。

第1表および第2表は、年間の利用量、運転手の熟練度、管理の良否、また、機種銘柄によって多少の違いが生じてくることは当然であるが、計画段階においては、多少安全性をとった第1、第2表程度でも充分であろう。もっとも、コンバインで昭和8年以來、毎年数10ヘクタールのえん麦を収穫し、現在もほとんど能率が落ちないで稼働している例（北海道音更町駒場、農林省種畜牧場）があることを知っておいてよいであろう。だからといって、コンバインの耐用年数を30年とすることは危険である。

第1表 固定経費計算上の目安 (1)

作業機名	耐用年数	年間修理費	年間潤滑油
堆肥散布機	10年	4.0%	1.0%
ポットムブラウ	10	5.0	0.25
ディスクブラウ	10	3.0	0.5
ディスクハロー	10	4.0	0.5
スパイクハロー	15	2.0	—
ドリル	10	3.0	0.5
施肥播種機	10	3.0	0.5
ブロードカスター	10	1.5	0.5
ライムソー	10	2.0	0.5
フィールドレベラー	15	1.0	—
ウィーダー	10	2.0	—
カルチベーター	12	2.5	—
スプレアー	8	3.5	1.0
尿散布機	10	3.0	1.0
モア	8	5.0	1.0
ヘイコンディショナー	10	3.0	1.0
テッダーレーキ	10	2.0	1.0

3) 作業経費

作業経費は変動経費とも称するように、年間の経費が、機械を利用する量、すなわち年間稼働時間、あるいは年間稼働面積の増減に比例して変動

第2表 固定経費計算上の目安 (2)

作業機名	耐用年数	年間修理費	年間潤滑油
ヘイベイラー	10年	3.0%	1.0%
ウィッドローアー	10	3.0	1.0
コンバイン(自走)	15	4.0	1.0
バインダー	10	3.0	1.0
ビーンカッター	10	3.0	0.5
フォーレージハーベスター	10	4.0	1.0
サイレージブローアー	10	3.0	1.0
フィードワゴン	10	3.0	1.0
ビートタッパー	10	4.0	0.5
ビートリフター	15	3.0	—
ビートハーベスター	10	4.0	1.0
ポテトプランター	10	2.5	0.5
ポテトスピナー	10	3.0	0.5
ポテトハーベスター	10	5.0	1.0
フラックスブラー	10	3.5	1.0
ロータリーハロー	8	3.0	0.5

する経費であって、普通は時間当たりであらわされる。

作業経費はその機械の利用経費のうち固定経費を除いたもので、作業をした場合、直接かかる経費なのである。

トラクターや自走式コンバインのように、その機械それ自体の走行するものの作業経費と、トラクターによって牽引され、あるいは直結されている作業経費とは、経費計算の方法が若干異なる。

(1) トラクター等の作業経費

トラクター（自走式コンバインを含む）の作業経費は燃料費、潤滑費、人件費によって構成される。

燃料費は、トラクターの毎時燃料消費量に燃料の単価を乗じたものである。作業の種類によって毎時燃料消費量は異なる。例えばブラウ、ハローのようなものは、スロットルを満開か85%開程度で作業するので、燃料は相当消費するが、施肥播種作業や管理作業、牧草の収穫作業等は、スロットル半開程度で作業することが多いから、燃料消費量は少なくすむ。

もし計算の結果をきわめて細密に必要とする場合は、作業別に燃料の消費量を調査して計算に入れるべきであろうが、一般的な計画段階における検討の場合には、作業全般にわたって一率にある一定の量をきめて計算するのがよい。

第3表はディーゼルトラクターの毎時燃料消費量を決定する一応の目安である。もちろん、同じ馬力のトラクターであっても、機種によって多少の開きがあるし、オペレーターの技術いかによっても異なる。また、重作業に重点がおかれているトラクターと、軽作業も相当実施するトラクターとでは異なってくるが、ここではそれを考慮に入れない。

第3表 ディーゼルトラクターの毎時燃料消費の目安量

トラクターの馬力別	目安とする量
10 PS 級	2.0 ℓ
15 PS 級	2.5 ℓ
20 PS 級	3.0 ℓ
30 PS 級	4.0 ℓ
40 PS 級	4.5 ℓ
50 PS 級	5.0 ℓ

潤滑費は、固定的潤滑費で計算されるものを除いた潤滑油の経費であって、エンジンクランクケースオイルや毎日注油を要するグリース類が含まれる。

営農用トラクターの潤滑費は、燃料費に一定の比率をかけて計算すると都合がよい。オペレーターの管理保全に対する感覚のいかによって、潤滑油の供給量が異なるのは当然であるが、これも一々個人差を考えるわけにはゆかないので、標準的管理保全法にもとづいて計算するのがよい。

100 ℓ の燃料を消費するのに対して、モビール 1.5 ℓ を供給するとすれば、燃料の 1.5% が潤滑油消費となる。軽油 1 ℓ が 32 円とし、モビール 1 ℓ が 350 円とすれば、燃料費に対する潤滑油費の割合は 16.4% となる。

つぎに人件費は、運転手の賃金である。

運転手の賃金をどう計算するかはきわめて困難なことである。

例えば、自分の経営内で、経営主自身が運転手である場合は、計算に入れないこともあるし、自分の企業的年間収益を、年間稼働時間で割って、計算に入れることもある。企業的感觉に立った場合、後者が正しいであろう。その場合、その経営主の年間収益が 30 万円である場合と、50 万円である場合とでは、単価が異なるのは当然である。

運転手を雇傭者によってまかなう場合は、その地域の労賃の高低によって左右されることはもちろんであるし、運転と整備にのみ専従する場合とはかの労働例えば、家畜管理や畑作手労働にも従事する場合とでは計算が異なる。また、その雇傭者が、春から秋までの季節労働者である場合と、年間雇傭であって、トラクター作業を実施しない期間も雇傭して、生活を保証しなければならない場合とがある。運転技術者がなかなか得られず、また、折角雇傭したと思っても、都市の運転技術者にスカウトされることが多いから、年間雇傭の運転手が多くなる傾向にある。更には、年々昇給を見込むことが必要であると同時に、傷害保険や生命保険等をかけて、ほかの職場における同職種と均衡を保つことが大切である。

また、利用組合のメンバーの 1 人か 2 人かが運転手として活躍している場合は、そのメンバーがほかの組合員の圃場の仕事をしている場合、当然そのメンバーの家族に負担がかかってくるから、その分も考え合わせて、人件費を考えなければならない。

このように、運転手の労賃計算は、それぞれの実情によって異なるから、充分吟味して計算に入れなければならない。

以上からトラクター等の作業経費を算出し、式にあらわして見ればつぎのとおりである。

$$T_o = FC_r + OC_o + \frac{LCI}{n} \dots\dots\dots ⑭$$

ここで

$$FC_r \dots\dots\dots \text{燃 料 費} \dots\dots\dots ⑬$$

$$OC_o \dots\dots\dots \text{潤滑油費} \dots\dots\dots ⑭$$

$$\frac{LCI}{n} \dots\dots\dots \text{人 件 費} \dots\dots\dots ⑮$$

ただし

- To : 毎時作業経費
- F : 毎時燃料消費量
- Cr : 1 ℓ 当たり燃料価格
- O : 毎時潤滑油消費量
- Co : 1 ℓ 当たり潤滑油価格
- L : 運転者数
- Cl : 1 日の労賃
- n : 1 日の運転時間数

また、前述のように潤滑油費は燃料費と一定の
関係をもっているので、

$$OC_0 = rFC_0 \dots\dots\dots\textcircled{16}$$

であらわされる。

ここに r は燃料消費に対する潤滑油消費量である。
前述のように、燃料の 1.5% が潤滑油の消費
量とすれば、 $r=0.015$ となる。

したがって、 $\textcircled{16}$ 式は

$$\begin{aligned} T_0 &= F(C_r + rC_0) + L \frac{Cl}{n} \\ &= F(C_r + 0.015 C_0) + L \frac{Cl}{n} \dots\dots\dots\textcircled{17} \end{aligned}$$

となる。

また、運転手は通常 1 人であるので、 $L = 1$ 、
1 日の労働時間数を 10 時間とすれば

$\textcircled{17}$ 式は

$$T_0 = F(C_r + 0.015 C_0) + 0.1 Cl \dots\dots\dots\textcircled{18}$$

となる。

(2) トラクターの作業経費計算例

ジーゼルトラクターが 30 PS である場合につい
て計算すると、

毎時燃料消費量が 4 ℓ であり、1 ℓ の価格が 32
円であれば、 $\textcircled{18}$ 式から

$$FC_r = 4 \times 32$$

また潤滑油の消費量が燃料の 1.5% であるとし、
潤滑油 1 ℓ の価格が 350 円であるとすれば

$$OC_0 = rFC_0 = 0.015 \times 4 \times 350$$

また人件費は通常運転手 1 人で足りるので、 L
 $= 1$ 、1 日の労働時間を 10 時間とすれば、

$$\frac{LCl}{N} = 0.1 Cl$$

となる。1 日の労賃を 2,000 円とすれば、

$$\frac{LCl}{N} = 0.1 \times 2,000$$

となる。 $\textcircled{18}$ 式に代入して、作業経費は

$$\begin{aligned} T_0 &= 4(32 + 0.015 \times 350) + 200 \\ &= 349 (\text{円}) \quad \text{となる。} \end{aligned}$$

(3) 作業機の作業経費

前項で述べたトラクターや自走式コンバインの
作業経費と、本項で述べるトラクター用作業機の
作業経費とは計算の過程が若干異なる。

トラクター用の作業機、例えばブラウというも
のは、それ自体では作業を行なうことができない。

トラクターとの結びつきにおいて、初めて作業で
きるのである。したがって、ブラウの作業経費は
トラクターの利用経費を含むものでなければなら
ない。ただし、ブラウ自身が燃料を消費するわけ
ではないし、モビールをどしどし消費するわけの
ものでもない。また、人件費として、直接運転手
が必要でない。すなわち、ブラウで作業する場合
運転するのはブラウでなく、トラクターなのであ
る。したがって、燃料費や潤滑費、運転手の労賃
というものは、トラクターの利用経費の中に入れ
るべきもので、作業機の作業経費はトラクターの
利用経費である。

計画段階においては、トラクターの年間稼働計
画が当然立てられるから、トラクターの年間利用
経費をトラクターの年間稼働時間で割ったもの
が、作業機の時間当たり作業経費として考えられ
る。

ただし、ブラウでも極端に土砂の付着がはげし
い場合には、補助作業員をつけなければならない
し、ポテトハーベスターその他の収穫機のように
数人の補助作業員を必要とするものがあるから、
それらの人件費は見込まなければならない。

また、作業機自体に複雑な機構を持っており、
特別に潤滑油を多量に必要とする場合は、それを
計算に入れる場合がある。ただし前述のように、
一般には少量ですむから、固定的潤滑費として、
固定経費の中で若干考えれば足りるのであろう。

(4) 作業機の作業経費計算例

4 畦用施肥播種機の作業経費について計算例を
示すことにする。

使用トラクターは 30 PS 級トラクターとし、施
肥播種機には、補助作業員 1 名がつきそい、種子
肥料の補給作業をするものとする。

前述のトラクターの固定経費計算の項で、 $\textcircled{18}$ 式
から、30 PS 級のトラクターが、125 万円とする
と、固定経費は約 283 千円となり、もし、このト
ラクターの年間稼働計画が 900 時間の場合、毎時
固定経費は 315 円である。

また、トラクターの作業経費は、前項の計算例
から、毎時 349 円である。

したがって、年間 900 時間稼動の場合、

$$315円 + 349円 = 664円 \text{ となる。}$$

これには、前述のように、トラクターの償却費等の固定経費はもちろん、運転手の労賃、燃料費潤滑油費が含まれているから、作業機側の作業経費は、補助作業員 1 名分をみればよい。この地域における農業労務者の労賃が 800 円であるとすれば、毎時労賃は 10 時間稼動として 80 円となる。

したがって、4 畦用施肥播種機の毎時作業経費は、トラクター側の 664 円に作業機側の 80 円を加えて

$$664円 + 80円 = 744円 \text{ となる。}$$

一般に作業機の利用経費は 10 アール当たりで検討されることが多い。

この施肥播種機が、毎時作業能率が 0.55 ヘクタールであるとすれば、10 アール当たり作業経費は

$$744円 \div 5.5 = 135円 \text{ となる。}$$

以上は作業機の作業経費であるから、10 アール当たりの固定経費を加算すれば、その作業機の利

用経費が計算されるのである。

4) 機械利用経費

(1) 機械利用経費

以上述べた固定経費と作業経費の和が利用経費であるが、トラクターの固定経費や作業経費は、それ自体ではあまり意味を有しないが、作業機の利用経費を計算する上に必要なものである。

前述のように、作業機の作業経費はトラクターの時間当たりの利用経費に補助作業員の労賃を加算したものである。したがって、作業機の利用経費は、作業機の固定経費とトラクターの時間当たりの利用経費と補助作業員の労賃とを合算したものである。

作業機の利用経費は、10 アール当たりで計算する。したがって、固定経費は、その作業機の年間稼動面積を除し、作業経費は、時間当たりで計算したものを、その作業機毎時作業面積で割っておくと計算上都合がよい。

(2) 機械利用経費計算例

第 4 表 トラクター機種別利用経費試算例

試算項目		トラクター機種	50 PS 級	30 PS 級	15 PS 級	備 考
算基 出礎	購入価格	P	1,450,000	1,250,000	700,000	現地渡し
	年間稼動時間	Hr	900	900	900	移動時間を含まず
固 定 経 費	償却費	$\frac{P-S}{n}$	163,125	140,625	78,750	耐用年数 (n) 8 年 残存価格 (S) 10% P
	資本利子	$\alpha \frac{P+S}{2}$	59,813	51,563	28,875	資本利子率 (α) 0.075
	租税公課	$\beta_1 P$	7,250	6,250	3,500	購入価格の 0.005
	保険料	$\beta_2 P$	3,625	3,125	1,750	" 0.0025
	修理費	$\beta_3 P$	72,500	62,500	35,000	" 0.05
	車庫費	$\beta_4 P$	7,250	6,250	3,500	" 0.005
	固定的潤滑費	$\beta_5 P$	14,500	12,500	7,000	" 0.01
年間固定経費	T_r	328,063	282,813	158,375	" 0.22625	
時間あたり固定経費	$\frac{T_r}{Hr}$	365	314	176		
作 業 経 費	燃料費	FCr	160	128	80	軽油 1 ℓ 32円
	潤滑費	OC ₀	26	21	13	モビール 1 ℓ 350円
	人件費	$\frac{LCI}{N}$	200	200	200	1人1日2,000円 10時間稼動
	時間あたり作業経費	T_0	386	349	293	
時間あたり利用経費	$\frac{T_r}{Hr} + T_0$	751	663	469		

機械利用経費計算例として、つぎに、トラクターの機種別利用経費の計算例を示す(第4表)。

計算の基礎は、表の備考に示すとおりである。

前述のとおり、固定経費も作業経費も、その内容例えば償却費、資本利子等の個々について計算する必要はないが、ここでは、特例として、個々の計算結果を明らかにして参考とした。

前掲第4表は年間稼働時間を一律に900時間とした場合の、時間当たり利用経費を示したものであるが、計画によっては900時間よりも多い場合や少ない場合が出てくる。

また、経済的な検討を行なう場合、ある採算線に乗せるためには、トラクターを何時間稼働せしめるべきかを知る必要が生じてくる。そのような場合には、第1図に示すような利用経費曲線を作図しておくのがよい。

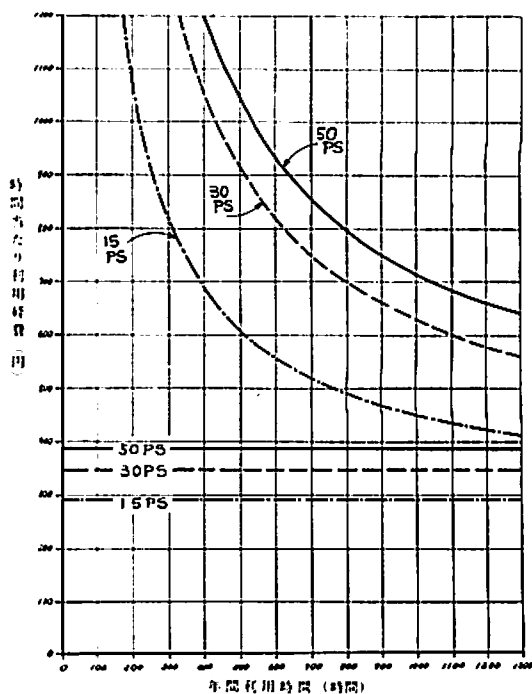
作図の方法は

- i) 横軸に年間利用時間、縦軸に時間当たり利用経費をとり、それぞれ目盛りをつける。
- ii) もし年間利用時間の少ないところを正確に読みたい場合は、時間数の最大をあまり大きくせず、利用経費の方を200円きざみ程度にして、2,000円位まで読めるようにしておくこと。
- iii) あらかじめ計算しておいた作業経費を縦軸上にとり、横軸に平行に線をえがく。
- iv) ついで、年間固定経費を100, 200, 300, と100刻みに時間数で割り、それぞれに作業経費を加えたものを該当時間の図上にプロットする。
- v) もし点と点の間隔が大で、線で結びづらいことがある場合は、50時間あるいは25時間刻みに計算したものを加えることが大切である。

(II) ノモグラムによる経費試算法

最後に、利用経費、計算の最も簡易な方法を記述するとつぎのとおりである。

経費試算は、非常に複雑のように見えるが、一度理解してしまえば、そう面倒ではない。しかし世はインスタント時代であってまわりくどい計算などせず、直ちに結果を得たい希望が増えてきて



第1図 トラクター利用経費曲線

いる。特に構造改善の計画を担当する現地の技術者にとっては、山積する業務をさばきながら、経費計算をするには、あまりにも多忙であり、時間が無さすぎる。

ここに紹介しようとするノモグラムによる経費試算法は、現地で即座に解答を得たい場合に活用するのに適している。北海道においては、すでに数多くの構造改善事業計画の立案検討に役立っている。ただし、インスタント計算法であって、数字は上2桁位しか信頼できず、多少ラフな結果で甘んじなければならない。ちょうどインスタント食品が重宝であるが、昔ながらの調理した食物に比較して、どことなく味が落ちるのと同じである。すなわち、1,285円という答えをうることは困難で、上3桁を4捨5入した1,300円という答えを知ることができる程度である。

しかし、計画段階では、そんなに精密な数字を出してみても、あまり意味がない場合が多いから傾向を知る上に便利である。

まずノモグラムの原理を説明すると共に、過程として、ノモグラムによる機種別年間作業面積の

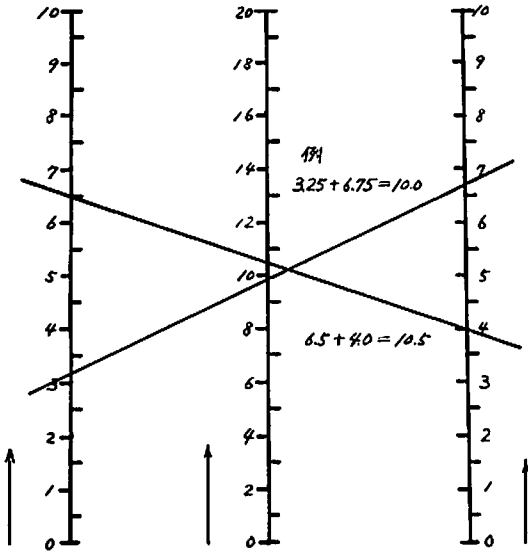
出し方,そして経費試算法にと記述を進める。

1. ノモグラムの原理

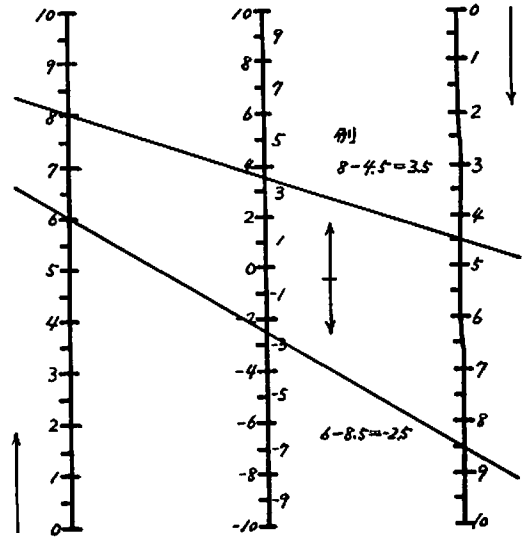
1) 加減のノモグラム

ここに3本の線があり,等間隔に引いてある。それにそれぞれ等分目盛りをつけ,両側の線には0から10まで,中央の線には0から20までの数字をかき込む。

3本の線をまたぐ任意の線を引けば,両側の数字の合計が中央の線上に読みとることができる。すなわち,つぎのものを加算ノモグラムといふことができる。



また,減算ノモグラムは,図のとおり等間隔の3本の線の片側は反対方向から等分目盛りをつけ,向かい合った5と5を結ぶ線と中央の線との交点を0とし,両側の線の目盛りの1/2目盛りをつければ,両側の数の差が中央の線上にあらわれ,左側から右側を引く場合には,0から下側はマイナス数値となってあらわれる。



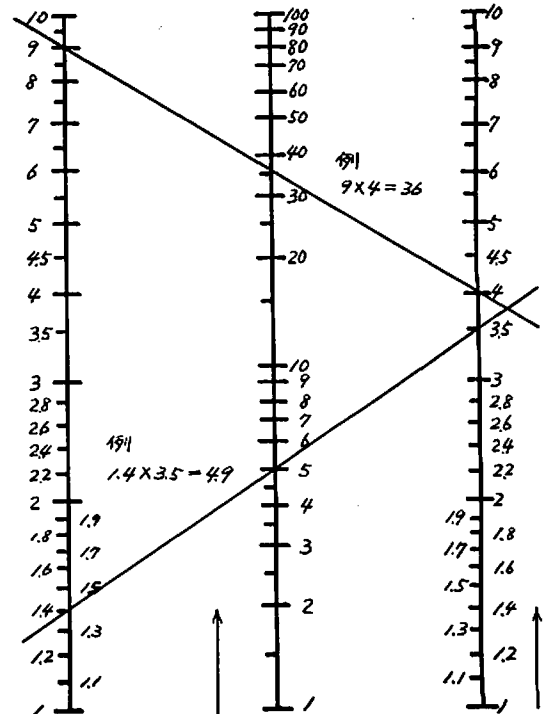
2) 乗除のノモグラム

ここで初歩の高等数学によると

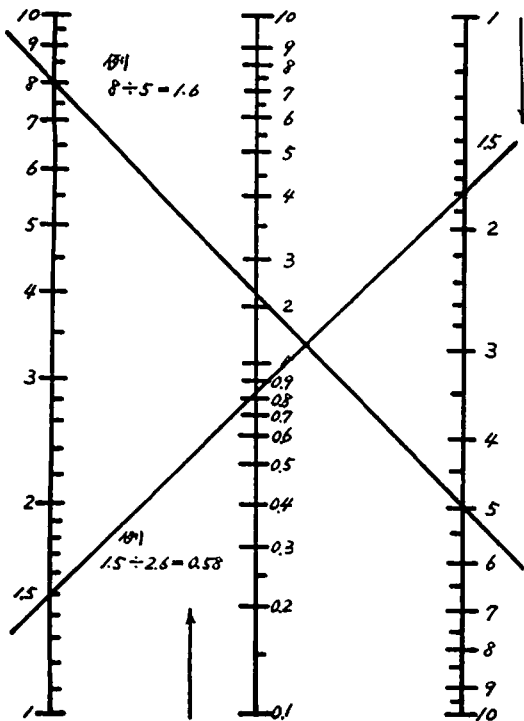
$$\log a + \log b = \log ab$$

$$\log a - \log b = \log \frac{a}{b}$$

という公式がある。そこで $a+b$ を ab に, $a-b$ を $\frac{a}{b}$ にしたいときは,その各々を対数によって表現すればよいことがわかる。



そこで加算および減算のノモグラムの目盛りを対象目盛りに書きかえてみると、乗算と減算のノモグラムができる。前頁の図は両側の数値の積を中線に、つぎに示す図は両側の数値の商を中央線に読みとることができる。



2. 各種作業機の効程試算

ノモグラムAは、1時間当たりの作業面積を試算するためにつくったものである。前述のように速度と作業幅を乗じたものが、単位時間当たりの正味作業面積であり、これに作業効率を乗じたものが、単位時間当たりの作業面積であり、ha/Hrであらわされる。

作業効率は正味の作業時間が総作業時間に対して何パーセントであるかを示したもので、総作業時間に対する回行時間、調整時間、補給時間等の総計をパーセントであらわし、100から引いたものである。

また、地域的な計画において、移動時間を算入して1時間当たり作業面積を算出する場合には、移動時間込みの作業効率を試算の対象としなければならない。

ノモグラムAでは、左端に速度が目盛りされており、標識線をはさんで、中央に作業幅が目盛りされているから、試算しようとする作業機に該当する目盛りと目盛りとを直線で結び標識線上に一点を求める。その場合、正しく直線をえがくことのできる定規を使うこと。

ついで、作業効率を右端の目盛りに求め、標識線に求めてある点とを直線で結ぶと、毎時作業面積の線上に、解答をうることができる。作業機の種類は、別表に示すところによってもよいが、普通の人間の歩く速さが1.0 m/secであるので、それを基準にして考えることによって作業機の種類を推定するとよい。

ちなみに、

朝出勤時間に遅れそうになって急ぎ足の場合は

1.5 m/sec

恋人同志がよりそって歩く速度は

0.8 m/sec

乳母車を押して歩く母親の速度は

0.6 m/sec

中風の老人が杖を頼りに歩くのは

0.4 m/sec

とおぼえておくことも便利であろう。

ノモグラムAは、反対に時間当たり作業面積が既知の場合には、作業効率を算出することができる。

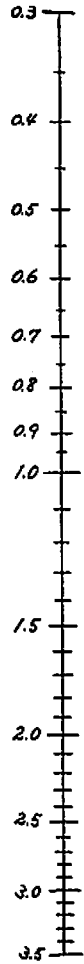
3. 機種別作業面積および作業時間の試算

ノモグラムBは年間作業可能時間を知って年間作業面積を算出し、あるいは年間作業を実施したい面積から、年間作業必要時間を知らうとする場合に用いる。

右端に、時間当たり作業面積が目盛りされている。これは前掲のノモグラムAによって知り得た事項である。年間作業すべき面積が既知であれば、左端の目盛りと、右端の目盛りから、中央の線上に何回作業すべき時間を求めることができ、反対に年間作業しうる時間が既知である場合には中央の目盛りと右端の目盛りから、左端の目盛りの上に、年間作業しうる面積を求めることができる。

また、面積と時間を知っている場合には、毎時作業面積を求めることもできる。

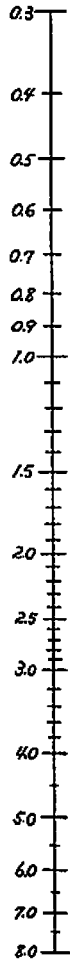
速度
($\frac{m}{sec.}$)



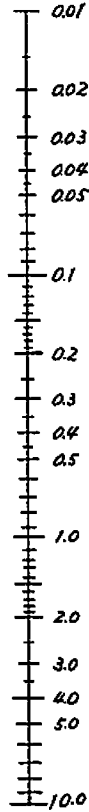
標識線



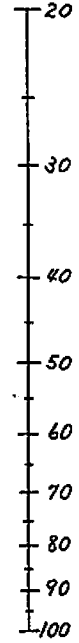
作業中
(m)



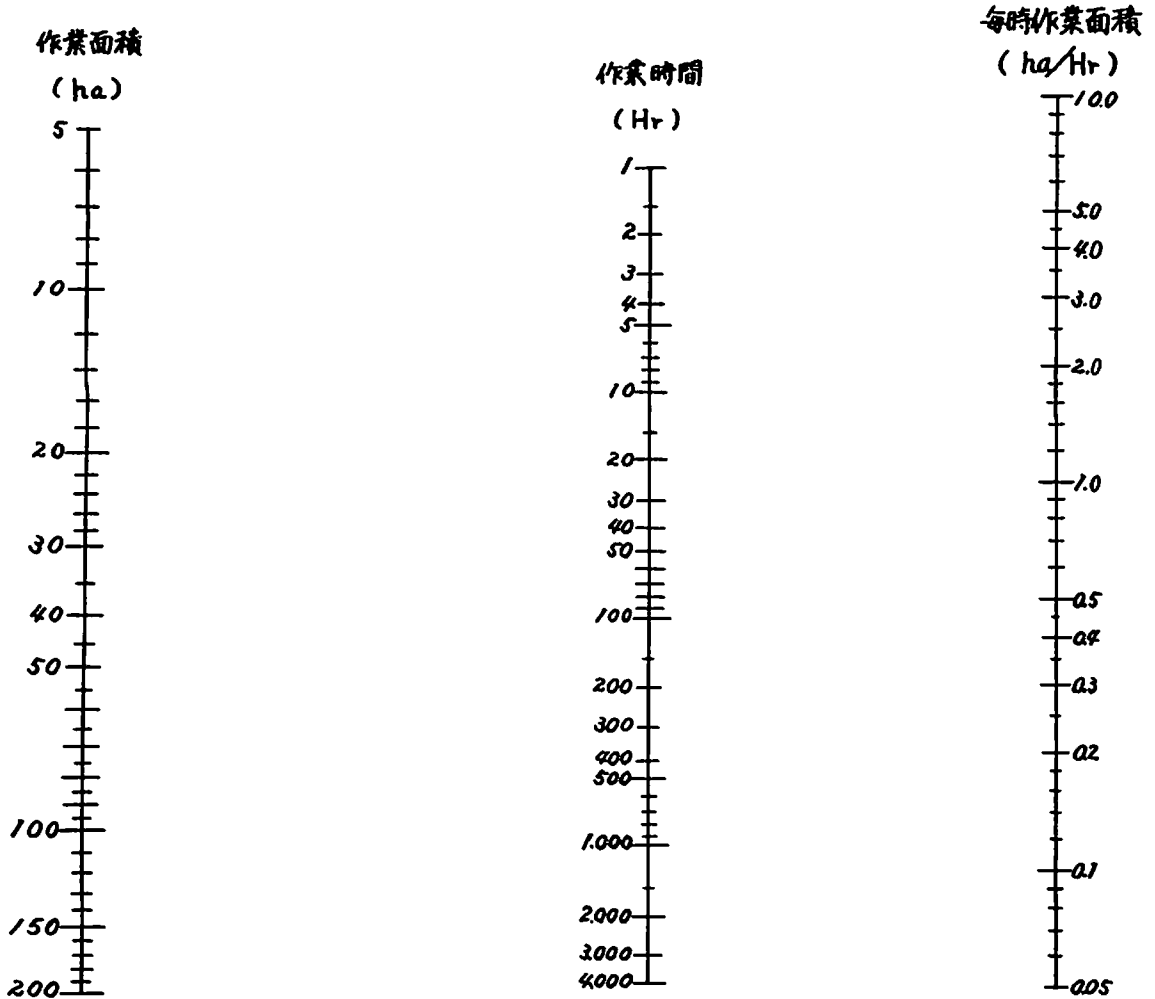
毎時作業
面積
(ha/Hr)



作業効率
(%)



ノモグラムA 毎時作業面積の試算図



ノモグラムB 年間作業時間試算図

4. 固定経費の試算

つぎはノモグラムを利用した時間当たりの固定経費を試算する方法である。

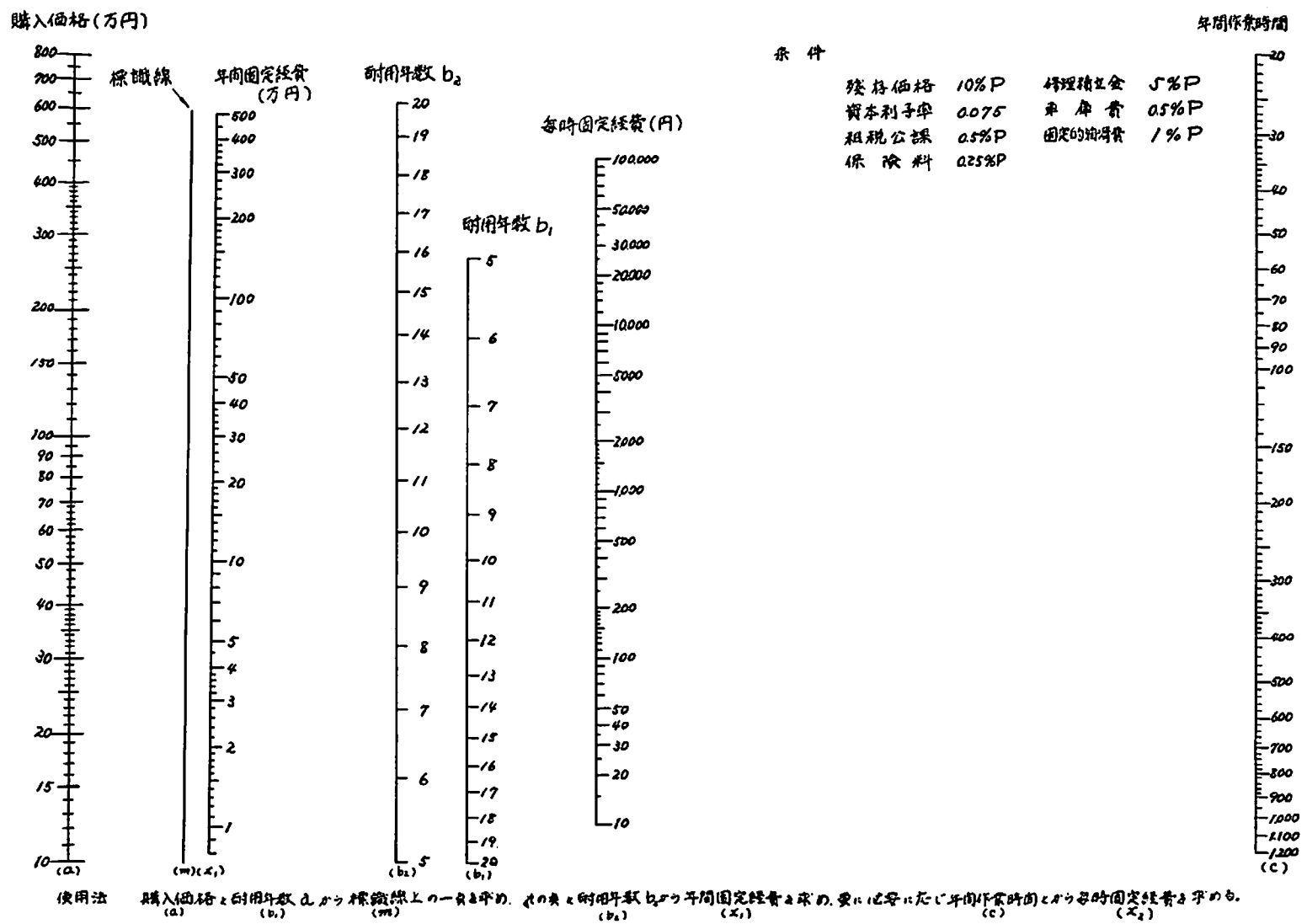
左側の目盛り上にその機械の購入価格と、耐用年数とを直線で結び、標識線上に求められた一点と、右端に目盛られた年間作業時間（ノモグラムBから求める）の一点とを再び直線で結び、中央部にある時間当たり固定経費の線上に解答をうることができる。

また、ある一定の固定経費で作業をするためには、年間どの位作業すべきかということを知るためには、購入価格と耐用年数を結び、標識線上の交点と、その固定経費とを結び、延長した直線が

年間利用時間と交わる点を求める。

ただし、このノモグラムは、残存価10%、資本利子率0.075、租税公課0.5% P、保険料0.25% P、修理費5% P、車庫費0.5% P、固定的潤滑費1% Pとした場合のものである。もし、この比率が異なった場合には、このノモグラムを使用し得ないが、計画段階においては、一律にこのノモグラムを使用して得た結果を使用しても、大きな間違いとならないであろう。

ノモグラムCによって得られた時間当たり固定経費に、時間当たり作業経費を加え、作業能率 ha/Hr で割って、10 a 当たりの利用経費を簡単に試算しうる。



ノモグラムC 機種別固定経費の試算図

以上述べたA, B, C 3つのノモグラムを縦横に駆使することによって、各種の検討を短時間に実施することができるから、現地の指導者や個々の農業者も容易に試算が可能となる。

5. ノモグラム作図法

ノモグラムは本論文のノモグラムAからCまでを使用して解るとおり、きわめて重宝なものであり、今後、様々な計算に利用さるべきだと思う。しからば、その作図の方法をいかにすべきかについて、実例に倣しつつ解説を加えることとする。

1) 計算の頻度

ノモグラムはいくつかの与えられた数値から、その計算値をうるものであるが、ノモグラムに値する計算でなければならぬ。すなわち同様な計算が、ある1つのまとまった仕事をするときに、頻繁に出てくるものでなければならぬ。もし同種の計算の頻度が少ない場合には、ノモグラムを作図して計算するよりも、計算尺を使うなり、計算機を廻して計算する方がより簡単に答えが得られる。

問題の設定のためには、頻度が多く、ノモグラムの使用によって、計算の時間が、全体として極端に節減されることが重要である。

つぎに、上記の効果はやや半減するが、計算すべき人が計算尺に不馴れであったり、きわめて多忙である場合にも、ノモグラムの使用は有効である。この場合にも、当然計算の頻度が高いことが必要である。

2) 与件と結果値

頻度の高い計算、例えばノモグラムAのように作業機ごとの毎時作業量(面積)を求めようとする計算において、それぞれの作業機について与えられた値と求めるべき値(与件と結果値)をまず把握する必要がある。結果値は当然毎時作業面積で、ha/Hrであらわされる。これを計算するために必要な与件は、作業幅と作業速度であり、前者はm、後者はm/secであらわされる。これから求められるのは、理論作業量であって、出てきた値のディメンションは、 $m \cdot m/sec \cdot 3,600 sec \div 10,000 m^2$ すなわち ha/Hr である。しかしながらわれわれの求めんとするのは理論作業量でなく、実作業量

すなわち、実際に圃場で作業をした場合の毎時作業面積であるから、作業効率を更に掛けて出てきた値でなければならぬ。したがって、ある作業機に関する毎時作業面積を計算する場合の与件としては、作業幅と作業速度のほか、作業効率も加える必要がある。

それでは、これら3個の与件をどのように扱ったらよいのか。それぞれの与件の上限と下限を決定する作業にうつる。もし上限と下限を無思慮に決定した場合、往々にして、そのノモグラムで計算できない問題にぶつかることになるし、反対に上限下限に余裕をとりすぎると、目盛りが細くなって、出てくる数字の有効度が低くなる。したがって上限と下限は、必要な最小限にしなければならない。

作業幅について考えれば、下限は10インチブราวの場合を考えて30cm、上限は薬剤散布作業の場合を考えて8mとすれば足りるであろう。作業速度は、てん業移植機の0.3m/secを下限にとり、ビーンカッターの3.5m/secを上限にとれば充分である。トレーラー作業の場合には、5m/sec以上で作業することが多いが、作業面積と関係がないから、上限を5m/secにまでもってゆく必要はない。

つぎに作業効率について考えれば、上限は100%とすることが必要で、下限は20%で充分である。すなわち10時間も圃場の上において、2時間しか働けないような機械は、ほとんどないし、これよりも効率の低いものは機械ということはできない。もし機械の故障が続出して、実際の効率が20%以下になった場合には、その機械は、作業能率をうんぬんする以前の機械であるといわねばならない。

以上のことを整理してみると、つぎのようになる。

与件	(上限)	(下限)
作業幅	8.0 m	0.3 m
作業速度	3.5 m/sec	0.3 m/sec
作業効率	100 %	20 %

結果値

毎時作業面積 ha/Hr

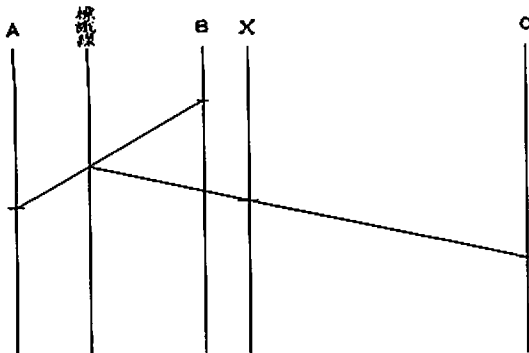
ノモグラムCすなわち毎時固定経費試算の場合の与件は更に複雑である。一応与件として考えられるものは、固定経費計算の因子としてのつぎのものがある。すなわち

購入価格	円
耐用年数	年
残存価率	% P (ただしPは購入価格)
資本利率	%
修理費積立率	% P
租税公課率	% P
保険料率	% P
車庫費率	% P
岡定的潤滑費率	% P
年間利用時間	時間

である。9個もの与件をノモグラムの中に入れると、1枚の紙の上にあまりにも多くの線がひかれ図式計算に不適となるので与件を3個にしぼり、ほかは条件としておく必要がある。ノモグラムCでは、購入価格、耐用年数、年間利用時間を与件とし、ほかのものを条件としてある。もしも、残存価率や資本利率、あるいは修理費積立率を変えて計算する場合には、それぞれ別なノモグラムを作成しておくことが有利と考える。

3) 各目盛り線の配列

つぎに各目盛り線がある大きさの紙の上に配列することになる。各目盛り線と標識線(最終的計算の前に目印をつけるための線)とは相対的に配列が決定されるものであり、作図の順序がおのづと生ずるものである。しかもそれぞれの線が1か所にかたまったりすると、図式計算がしづらくなるから



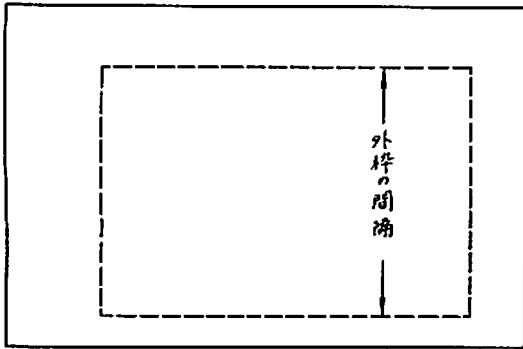
第 2 図

その点にも留意することが必要である。すなわち第2図のように、A、Bの与件の目盛り線を、紙の左半分には書き、それから標識線を求め、ほかの与件Cの目盛り線を紙の右端にえがき、X線であらわされる結果値の目盛り線をえがく。この場合B線とX線とが重複したり、B線の左側にX線がえがかれないようにすることが必要である。これは、実際に、目盛りを入れて、作図を2~3回繰返すことにより、適当な位置が決定されるのであり、この繰返しをきらってはならない。ただしこの場合の対数目盛りは細かくつける必要はない。

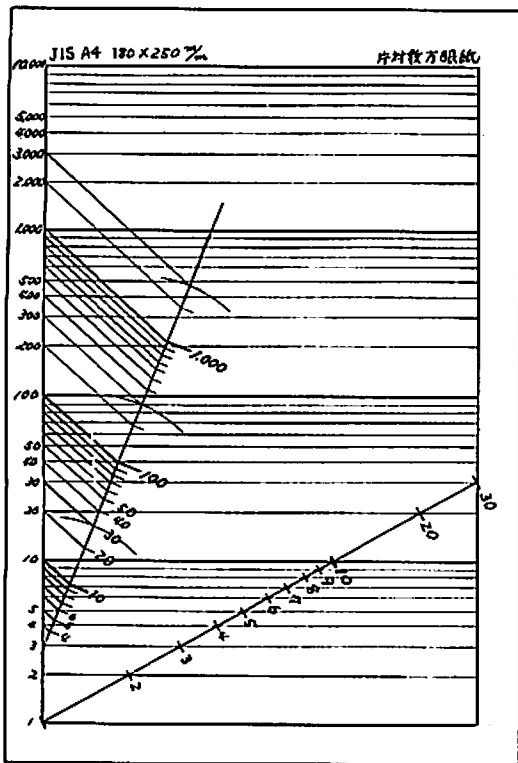
4) 対数目盛りのつけ方

ノモグラムに使用する目盛りは対数目盛りである。われわれが日常接している対数目盛りは、計算尺の目盛りである。小さな文房具店でも中、高校生用として販売している。この計算尺の目盛りを拡大し、あるいは縮小して自分の欲する目盛りを造るのもよいが、正確でかつ一般的な方法は片対数方眼紙を使用するのがよい。片対数方眼紙は郡部の文房具店では入手しづらく、都市の一流文房具店、あるいは洋書を扱うような書籍店で購入しなければならない。片対数方眼紙を入手したならば、次の手順で目盛りをつける。

- (1) 作図しようとするケント紙あるいは模造紙(大きさはB4が適当、簡単なノモグラムにはA5がよい)に外枠を鉛筆で書き、各目盛り線を枠内におさまるようにする。
- (2) 片対数方眼紙の左側に、作図しようとする与件の上限、下限を考慮に入れて、それに適した数字を記入する。
- (3) 下限の点を基点として斜線を引き、外枠の間隔を取る。
- (4) 上限の点と、外枠の間隔を取った点を結び左側に記入した各点から平行線を引き、斜線との交点を求め、左側の目盛りに対応した数字を記入する。
- (5) つぎに、この目盛りを用紙に写す。コンパスで写すのもよいが、誤差が生ずることがあるので、片対数方眼紙の斜線にそって鋏を入れ、傾斜の上に目盛りを写しとってゆくのがよい。



第3図 用紙上の外枠のとり方



第4図 対数目盛りのつけ方

(6) 目盛りは、同じ太さで長さを変えて、わかりやすくつけるのがよい。数字はその代わりに省略して、図が複雑にならないように気を付ける。

以上で与件の1つについて作図することができた。

更に、前に述べた手順によって、第2の与件の作図をし、標識線を作図し、第3の与件を作図し

て、結果値を作図する段階に入る。

第2の与件も、第1の与件と同様の方法で作図するが、図としての体裁や、図番号や説明その他の記入箇所を考慮に入れて配位する。この場合、第1の与件の目盛り線と第2の与件の目盛り線は完全に平行であることが必要である。また、第2の与件の目盛り線の長さも必ずしも、第1のそれと同じ長さである必要がない。ただし、あまり短かすぎると誤差が大きくなりすぎるので注意を要する。

5) 標識線の引き方

標識線は普通目盛りをつけない単純な直線である。第1の与件の目盛りと第2の与件の目盛りが完全に等しい場合は、両線の中心線が標識線となるが、普通は両目盛り線の目盛りが異なるので、どちらかに変位した平行線として作図される。

両目盛り線上の2点(a, b)を結ぶ直線が標識線と交わる点をyとし、yを通るほかの直線が両目盛り線と交わる点をa', b'とした場合、

$$a \times b = y = a' \times b'$$

$$\text{あるいは、} a \div b = y = a' \div b'$$

となる。したがって、標識線が通過すべきy点は上式のaとbを結ぶ線とa'とb'を結ぶ線との交点である。

実際に乗算についての作図例を示せば、第1与件の目盛り線(a線)と第2与件の目盛り線(b線)上の0.1、1、10を承知しておき、a線上の0.1とb線上の10を結ぶ線と、a線上の10とb線上の0.1とを結ぶ線の交点が、前述のy点となり、yは1となる。念のため、a線上の1とb線上の1とを結んだ線を引けば、y点を通る。もし通過しなければ、作図上の誤りと考えられるから、点検する必要がある。

ついで、a線上の10とb線上の100、a線上の100とb線上の10と結び、その交点をy'とすれば、y'=1,000となり、yとy'を結ぶ線はa線およびb線と平行した線ができる。これが標識線であり、もし平行線ができない場合は、作図上の誤りであるから点検する必要がある。

もしyを1、y'を1,000とすることが不適な場合には、 $6 \times 1 = 6 = 3 \times 2$ のように、適当な、

作図のしやすい y 点および y' 点を求めるがよい。

6) 標識線上の仮目盛り

標識線は最終作図においては目盛りをつけないのが普通であるが、作図途中では仮目盛りをつける。ノモグラム A において、a 線は m/sec, b 線は m の目盛りであり、両線にもとづく標識線の仮目盛りのディメンションは m²/sec である。

しかしながら、第 3 の与件の % を掛けて出てくる結果値は、ha/Hr であって欲しいから、標識線の仮目盛りも ha/Hr に換算しておく。前述のように、m²/sec を ha/Hr にするためには、標識線上に実際に図式計算された数値に 3,600/10,000 (常数) を乗じ、ha/Hr のディメンションをつければよいことになる。すなわち 1 m²/sec の点は、0.36 ha/Hr, 10 m²/sec の点は 3.6 ha/Hr, 0.1 m²/sec の点は 0.036 ha/Hr となる。したがって標識線上の 0.1, 1, 10 の点に 0.036 ha/Hr, 0.36 ha/Hr, 3.6 ha/Hr と記入して仮目盛りをつけておく。

ここで片対数方眼紙の縦軸上に、上記 3 点を求め、標識線上の 0.1, 1, 10 すなわち 0.036, 0.36, 3.6 の点間の距離を方眼紙上の 0.036 を基点とした斜線にとり、平行線を引いて、0.1, 1, 10 の点とその間の大きな目安となる点 (2, 3, 4, 6, 8 等) をつけておく。これが標識線の作図上必要な仮目盛りである。

7) 結果値の直線の作図法

標識線上の仮目盛りができたならば、第 3 の与件を第 1, 第 2 の与件と同様に右端に目盛り線 (c 線) を作図し、ついで、標識線と同様の作図要領によって結果値の目盛り線 (x 線) を作図するのである。標識線はすでに ha/Hr のディメンションを有しているから、c 線すなわち作業効率を乗じて、x 線上には ha/Hr のディメンションが求められるので、特別な操作をしないでよく、以上でノモグラムの作図が完了するのである。

ノモグラム C のように、除算を図式計算する場合には、a, b₁, b₂, c 各線の目盛りのつけ方と方向については、前記ノモグラムの原理にもとづいて、充分考慮して作図することが必要である。

8) ノモグラム C (機種別固定経費試算図) の作成

ノモグラム C の与件は、購入価格と耐用年数と

年間利用時間数で、条件は、残存価格、資本利率、租税公課、保険料、修理積立金、車庫費、固定的潤滑費等である。前述の固定経費計算式によれば

$$T_r = \frac{P - S}{n} + \alpha \frac{P + S}{2} + \beta_1 P + \dots + \beta_5 P \dots (a)$$

$$= \frac{P - S}{n} + \alpha \frac{P + S}{2} + \beta P \dots (b)$$

である。ノモグラム C に記載した条件設定にもとづけば、S は 0.1 P, β は 0.0725 であるから、(b) の式はつぎのとおりになる。

$$T_r = \frac{0.9 P}{n} + 0.11375 P \dots (c)$$

したがって

$$\frac{P}{n} = T_r \cdot \frac{1}{0.9 + 0.11375 n}$$

となる。

購入価格と耐用年数とから求められる $\frac{P}{n}$ は標識線上に求められるが、それは固定経費に一定の常数を掛けたものでなく、耐用年数 n に支配されている。ここで耐用年数の要求をもう一度ノモグラムに入れることによって、T_r が求められることを知る。したがって、ノモグラム C においては、耐用年数を表わす目盛り線 b₁, b₂ を必要とし、その結果として、年間固定経費 x₁ が求められ、ついで、年間利用時間との関係において、毎時固定経費 x₂ が求められるのである。

9) 検定と仕上げ

以上でノモグラムの作図を終わるが、検定を行なって、確認しておく必要がある。

検定は、与件の条件をすべて附与した計算式であらかじめ数個の結果値を求め、ノモグラムで図式計算した結果値を比較する。ノモグラムの有効数字は上二桁が普通で、余程慎重に作図した場合は、上三桁までである。したがって、計算式から得た結果を、上三桁目か上四桁目で四捨五入し、上二桁、上三桁について検定する。もし、検定結果に誤差がある場合は、各線の平行が正しくないか、目盛りが正しく対数目盛りになっていないか、条件付与の方法が間違っているわけであるから、それらについて更に検討を加える。

これらの検定を終わったならば、烏口で墨入れ

を行ない、不必要な線や日盛りを消して作図全体を終了し、ノモグラムの名称条件、作図者の氏名を記入する。

10) ノモグラムの印刷

ノモグラムの原図をそのまま利用することは、原図を傷つけることになるので、原図をもとにして、トーコープ、ゼロックス等を利用し、複写して使用することが好ましい。

印刷にあたっては、騰写印刷は不正確となるので、極力これを避けるようにすべきである。

なお現場向きに配分する場合は、複写可能な紙質を選ぶようにすることが好ましい。

III 経費試算からみた機械化の考え方

前篇に述べた経費計算は単に、経費計算の結

果、10アール当たり何円になるかを知るばかりでなく、その機械の導入の可否の決定、あるいは機械の利用方式をいかにすべきかの決定指針があたえられる。

作業機の分類には各種の方法があるが、ここでは、経費計算の立場から3つに分類して、それぞれの機械群の利用方式を検討し、更には、採算分岐点の問題を論ずることとする。

(I) 経費試算からみた作業機の利用方式

1. トラクターの馬力が作業機の能率に影響する場合

第5表、第5図は同じ14型ボトムブラウについて、1連、2連、3連を比較してみた。ここで得られた10アール当たりの利用経費は14×3が

第5表 トラクター用作業機の利用経費試算例

項 目	機 種	ボトムブラウ 14×3	ボトムブラウ 14×2	ボトムブラウ 14×1	備 考
算出基礎	使用トラクター	50 PS 級	30 PS 級	15 PS 級	
	同上年稼働時間	900時間	900時間	900時間	移動時間含まず
	購入価格 P	220,000円	160,000円	110,000円	現地渡し
	年間利用面積 A	70 ha	50 ha	25 ha	1区平均面積 1 ha
	作業能率 ha/Hr	0.47	0.32	0.14	
作業機の固定経費	償却費 $\frac{P-S}{n}$	18,700 ^円	13,600 ^円	9,350 ^円	耐用年数 10年 残存価 15%
	資本利子 $\alpha \frac{P+S}{2}$	9,488	6,900	4,744	利子率 α 0.075
	租税公課 $\beta_1 P$	1,100	800	550	購入価格の 0.5%
	保険料 $\beta_2 P$	550	400	275	" 0.25%
	修理費積立金 $\beta_3 P$	11,000	8,000	5,500	" 5%
	車庫費 $\beta_4 P$	1,100	800	550	" 0.5%
	固定的潤滑費 $\beta_5 P$	550	400	275	" 0.25%
	年間固定経費 T_f	42,488	30,900	21,244	" 19.313%
	10a 固定経費	61	62	85	①
作業経費	トラクター時間当たり経費	751	663	469	第4表による
	同上10a 当たり経費	160	207	335	②
	補助作業員労賃	0	0	0	③
作業機の10a 利用経費	221	269	420	①+②+③	

221円で最も低く、14×2が中間で14×1が420円と最も高くなっている。

14×1ポットムブラウは最も安く、かつトラクターも最も安いもので足りるから、利用経費も最も安くてよいはずである。しかるに反対の現象があらわれたのはなぜであろうか。

その理由は、購入価格のいかんが利用経費を左右することはもちろんであるが、年間利用面積や作業能率に影響するところがきわめて大であるということである。

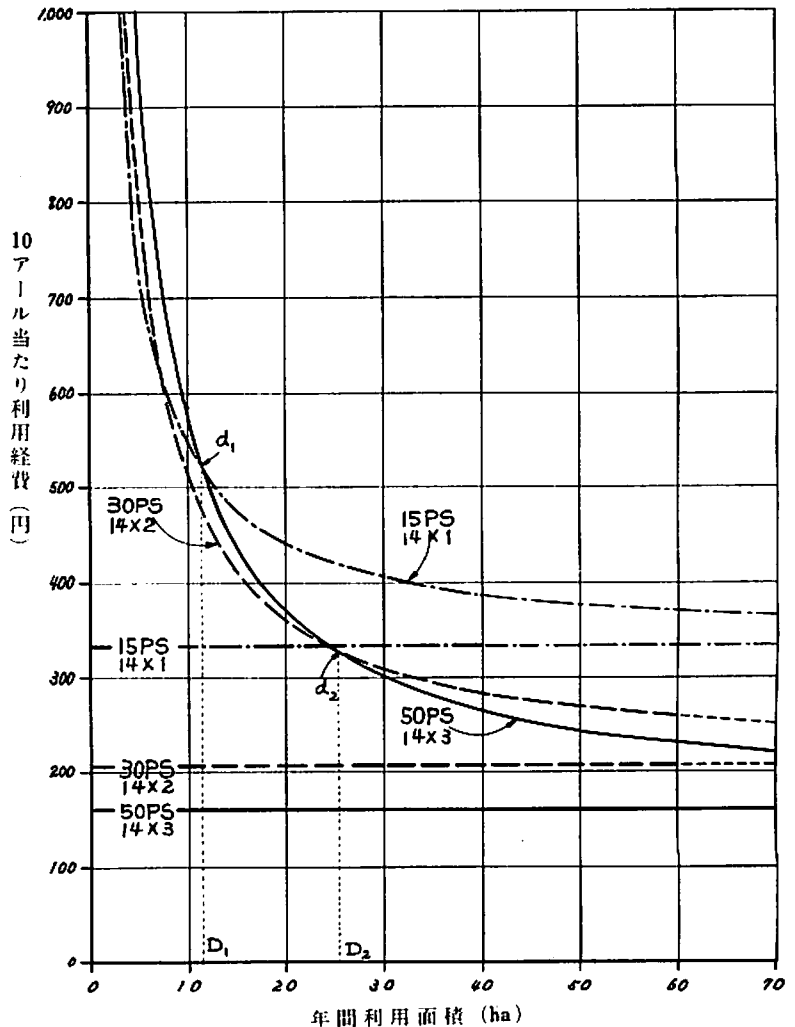
第5図は、3種のブラウの利用経費曲線を示したものである。

この図が示すとおり、作業経費は1ポットムが最も高い。これは1ポットムが当然能率が低いので、10アール当たりのトラクター利用経費が高くつくからである。

さて、この図において、3つの利用曲線がそれぞれ交差している。14×3の曲線に対して、14×1、14×2が交わる点を、 d_1 、 d_2 とする。この点を利用面積をあらわす横軸におろした点を D_1 、 D_2 とする。この図においては D_1 は11.5ヘクタール、 D_2 は26.0ヘクタールである。

D_1 点よりも利用規模が少ない場合は14×1のブラウが14×3よりも利用経費が少ない。また、 D_2 点は14×2ブラウと14×3ブラウの採算分岐点である。

このような傾向を示す利用経費曲線を有する作業機には、ブラウを始め、ディスクハロー、ロータリーハローのように、大型の作業機の方が大馬力のトラクターを必要とし、大型のものほど、作業能率が大きさに比例して高くなるものが該当す



第5図 ブラウ利用経費曲線

る。

この種の作業機においては、面積規模が小なる場合は小型が適し、反対に面積規模の大なる場合は大型が適している。

しかしながら、小規模農家が単独に機械を所有して作業するよりも、数戸の農家が共同するなどして、大型を購入し、利用規模の拡大をはかる方が有利である。

例えば、10ヘクタールの農家が単独に15PS級のトラクターに14×1ブラウをつけて作業すると545円の利用経費がかかるが、同じような規模の農家4戸が共同し、50PS級のトラクターで14×3

ブラウを使用し、40ヘクタールを作業したとするならば、10アール当たりの利用経費は265円となり、半分以下で作業できるのである。

もっとも、このほかの要素も検討して、機種選定をはかるべきであるが、この種の作業機においては、大型による大規模利用が有利である。

2. トラクターの馬力が作業機の能率に影響を与えない場合

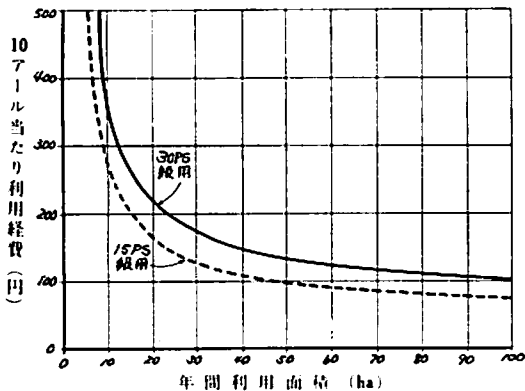
第6図は4畦用カルチベーターの利用経費曲線図である。

カルチベーターは、15PS級でも、30PSでも4畦用が適している。トラクターの馬力が大であるからといって、6畦も8畦も同時に作業することは、完全な平坦地以外では無理である。

また、カルチベーターは、馬力の大きなトラクターで牽引したからといって、スピードをあげて作業をすることは無理である。スピードをあげると、カルチベーターの爪が土砂を作物にかぶせすぎたり、作物を損傷させたりするからである。

この種の作業には播種機等管理用作業機が該当し、第6図に示すとおり、利用面積の多少にかかわらず、15PS級用が30PS級用よりも低い傾向を示している。これは15PS級で作業しても、30PS級で作業しても、作業能率に大きな差がないからである。

したがって、利用経費曲線の交差しない作業機



30 PS 級用		15 PS 級用	
P	150,000円	P	120,000円
耐用年数	10年	耐用年数	10年
残存価	15% P	残存価	15% P
Tr	=0.19313 P	Tr	=0.19313 P
ha/Hr	=0.88	ha/Hr	=0.88

第6図 カルチベーター利用経費曲線

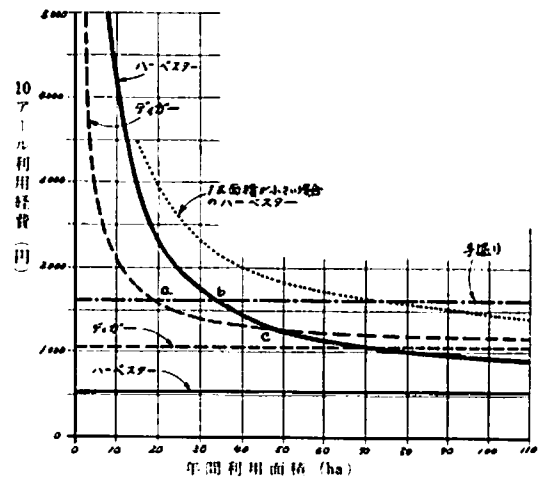
にあっては、面積の多寡にかかわらず、小型のトラクターを利用する方が有利である。また、この種管理作業機は、作業適期に随意に作業することを必要とするから、多人数の共同利用には適さないものが多い。むしろ、少数戸の共同利用か、個人利用をすべき作業機であるということができ

3. 特別高価、高能率な作業機の場合

第7図は馬鈴薯収穫作業について、ポテトハーベスター、ポテトディガーを利用した場合と、機械を使用せずに手掘りをした場合について、比較した例である。

前項までは、同種の機械で大きさを決定する場合について述べたが、本項は同じ目的の作業をする異なった型式の機械の選択と、慣行法との比較をするのに役立つ。

手掘りとポテトディガーの採算分岐点はa点で18.5ヘクタールを利用規模とする。これ以下の面積の場合には、手掘りの方が経済的には有利である。例えば、ディガーを年間10ヘクタールしか利用しないとすれば、ディガーの10アール当たり利用経費は2,065円で、手掘りは1,600円であるから



使用トラクター	ポテトハーベスター		ポテトディガー	
	30 PS	30 PS	30 PS	30 PS
P	1,300,000		1,300,000	200,000
S	15% P		15% P	15% P
n	10年		10年	10年
ha/Hr	0.17		0.25	0.25
補助作業員		3名		25名

注) 手掘りは賃金1日800円 1人1日5aの掘取り費詰め

第7図 馬鈴薯収穫の経費曲線

である。ハーベスターを18.5ヘクタール利用した場合は a_1 点で、経費は2,450円であるから、問題にならない。

つぎに、手掘りとハーベスターとの採算分岐点は b 点で33ヘクタールである。しかし、ディガーで作業した場合には b_1 点となり1,320円となるから、この点ではポテトディガーが採算的には、有利と考えられる。

更にディガーとハーベスターの採算分岐点は c 点で、丁度50ヘクタールとなる。利用規模が50ヘクタールを越すと、1,270円を切って、ハーベスターが有利になることが明らかである。

この場合あくまでも手掘りに依存するとすれば c_1 点すなわち1,600円という経費になる。すなわちハーベスターは、この点では330円も低い経費で作業ができ、もし、利用規模が80ヘクタールを越した場合には1,000円以下の経費で作業でき、手掘りとの差が600円以上になるのである。

以上のことは、ポテトハーベスターやポテトディガーの種類、耐用年数や残存価格のきめ方、補助作業員の数によって、ある程度変化するものであるから、その地域の実態に合うように計算し図面化してみる必要があるであろう。

今、筆者は、 a 点すなわち18.5ヘクタール以下の規模では、手掘りが有利であるとしたが、最近の労賃の高騰により、もし1日1,000円を必要とする場合には、手掘り経費は2,000円となり、ディガーは10ヘクタール位から有利となる。また、1日1,000円出しても人夫が集まらないような場合は、採算利用面積は更に少なくなることは自明であろう。

また、 b 点、すなわちハーベスターと手掘りの採算分岐点においては普通ディガーの方が有利であることは、前述した。しかしながら、ポテトディガーは、ハーベスターと異なり、多数の補助作業員がつかなければ、掘り取られた薯を拾い上げることができない。トラクターとディガーが休みなく作業する場合には、拾い取り人夫が、少なくとも25名必要とするのである。このような人員を確保することは、共同作業でも今時では難しいし、まして雇傭者を集めて来るといことは至難

の業であるといわねばならない。

このように労賃以外に、その供給源の有無によって考えねばならない。もし、雇傭者なり共同のメンバーをそれだけ集めることができないとなれば、 b 点付近でもディガーを使用するよりもハーベスターの方が有利となる。上記の試算は馬鈴薯の作付けされた圃場1区面積が1ヘクタール平均であるとしたのであるが、もし1区的面積が0.5ヘクタール位に小規模となった場合には、採算分岐点はこの図よりもずっと左寄りになるであろう。もし1区面積が少ない場合においては、作業経費が大となり、固定経費は変動しない。

なぜならば、10アール当たりの作業経費は、時間当たりの作業経費を時間当たり作業面積(ha/Hr)で割ったものであり、1区面積が小さくなれば、普通時間当たり作業面積(作業能率)は低下するからである。

したがって、図に示すように、経費曲線は平行移動して、上方に位置する。このような場合には70ヘクタールが手掘りとハーベスターとの採算分岐面積となる。このように作業の立地条件や社会条件を考え合わせて、曲線をつくり、いかなる形態の作業体系にすべきかを慎重に検討することが必要である。

(II) 採算分岐点と経費曲線

1. 作業精度と採算分岐点

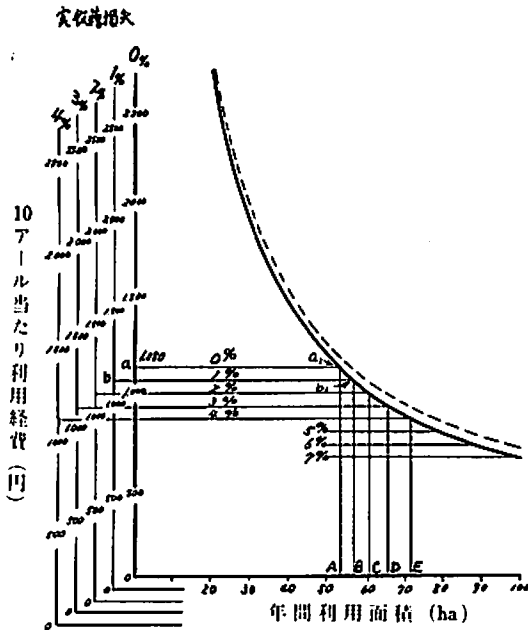
作業機の経費計算をする上で重要な問題は作業精度である。作業精度の中でも、取りわけ収穫期の収穫損失が、その機種を導入を決定する大きな要素となる場合がある。その収穫損失が、慣行よりも多いからといって、その機種を導入が不適であるということとはできない。何パーセントの損失まで許容することをできるかということ、つぎのような試算によって明らかにしておくことが重要である。

1つの例としてコンバインについてみることにしよう。

まずえん麦を対象とし、有効刈幅は2.5m、作業速度が1.3m/sec、圃場作業効率の平均が85%とする。購入価格320万円、耐用年数15年、廃棄価格率20%とし、租税公課などもトラクター並み

に見限り、燃料は軽油毎時6ℓ、人件費は毎時400円(2名分)とする。

これを、前述の方法によって、利用経費曲線としたものが、第8図である。



第8図 畑用コンバインの経費と損失
(ホイール型2.5メートルコンバイン)

ただしこの曲線は、慣行作業に比較して、収穫損失が変わらない場合である。一般に慣行作業においては、手刈り、結束、圃場乾燥、運搬脱穀の間に、麦類で2%の損失が生ずるとみてよい。その証拠に麦の刈取跡地をそのまま放置すると、一面に青々と麦が芽生えることは、われわれのよく経験するところである。

1日800円の雇傭者によって、前記作業を実施した場合、すなわち刈取りから脱穀まで10アール13.5時間を要し、その人件費は1,080円である。本来、脱穀機モーターなどの利用経費を加算の中に加えるべきであるが、人件費に対する割合はきわめて少ないので、ここでは省略して考えることとする。

もし、コンバインの収穫損失が、慣行と同様に2%生じた場合は、差引実損失は0%であって、実損失0%の縦軸上のa点すなわち1,080円を求め、それを経費曲線に落とした点a₁、更に面積を

示す横軸上のA点が求められ、53.5ヘクタールが採算分岐点となる。

もし実損失が1%の場合はどうなるであろうか。10アール収量が平均7俵、1俵の単価が900円とすれば、1%の損失は63円となる。この場合この63円は利用経費にプラスしてみるのがよく、経費曲線は点線のように上方に平行移動する。しかし、曲線の平行移動は作図上面倒であるので、別に縦軸を書き0点を63円だけ下げて書けば、同様の目的が達せられる。実損失1%の縦軸上にb点すなわち、1,080円をとり(慣行経費)実線との交点bを求め、横軸に落とした点Bすなわち57ヘクタールは、実損失1%の場合の採算分岐点である。

このようにして、実損失2%、3%、4%の場合のC点、D点、E点等を求めることは、きわめて容易である。実損失2%の場合、61ヘクタール、3%で66ヘクタール、4%で72.5ヘクタールという採算分岐点が求められる。

ところで、実損失量と採算分岐点が明らかとなったが、これだけで、許容損失量を求めることはできない。

つぎの試算として、そのコンバインが、年間、何ヘクタール作業しうるかということを知る必要がある。このコンバインは前述の前提から毎時1ヘクタールの作業が可能であり、1日作業時間を5時間として5ヘクタール、年間、20日稼働するものとして、100ヘクタールの作業が可能である。したがって、実損失4%の場合の採算分岐点72.5ヘクタールは100ヘクタールより少ないから、まだ多くの損失が出て、コンバインによる収穫は有利であることになる。

前述の手法によって、損失との関係を求めれば100ヘクタールを作業する場合は、7%の実損失までは、機械刈りをしてよい計算となる。

もちろん、コンバインの作業損失が少なければ少ない程有利なことは当然であって、オペレーターの当然研究熟練を要するところである。

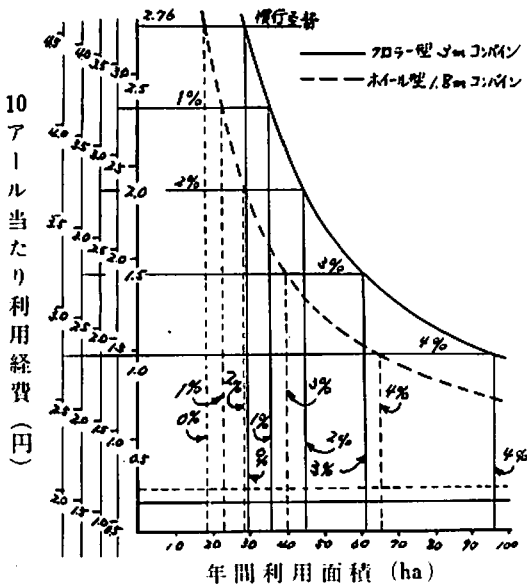
北海道で、畑作用コンバイン5機種について調査したところでは、きわめて経済性のある機械であることがわかる。

つぎに、同じような試算を水稲用コンバインについて実施したならばどうなるであろうか。

前提として、クローラー型10フィートコンバインは、購入価格450万円、毎時0.43ヘクタール作業とし、ホイール型6フィートコンバインは購入価格280万円、毎時0.25ヘクタール作業とする。

慣行の手刈り、はさがけ、運搬、脱穀に要する時間を10アール23時間、賃金1日1人1,200円とすると、慣行経費は、2,760円となる。この場合も麦と同様脱穀機の利用経費は省略する。

水稲の収量を10アール当たり9俵とすれば1%の収穫損失は450円となる。これを第9図に示した。



第9図 水稲用コンバイン利用経費と収穫損失

実線のクローラー型は、ホイール型と比較してあくまでも経費は高くつく。この問題はあとまわしにして、クローラー型の実損失0%（この場合慣行の損失量を3%と見込んだ）の場合、採算分岐点は30ヘクタールで、1%は36ヘクタール、2%は45.5ヘクタール、3%は62ヘクタール、4%となると実に97ヘクタールとなる。

損失が多くなればなる程、1%の差は採算面積にひびき、3%と4%では、35ヘクタールの差となってあらわれる。

また、ホイール型は点線で示してあるが、採算

分岐点はずっと左により、0%で19ヘクタール、1%で24ヘクタール、2%で29ヘクタール、3%で40.5ヘクタール、4%で66ヘクタールとなる。

このことから、ホイール型6フィートはクローラー型10フィートよりも採算分岐面積は少なく、有利のように一見考えられる。

しかしながら、いずれにせよ、麦用のコンバインの場合の損失と採算分岐面積と、水稲のそれとでは大きな開きがあり、粗収入の多い作物はいかに損失を重要視しなければならないかが明らかである。

さて、水稲の刈取適期間40日のうち、作業可能日数が25日間とした場合について考察を進めれば、1日7時間作業として、クローラー型10フィートは、75ヘクタール、ホイール型6フィートは44ヘクタールが作業可能である。この点から考えれば、実損失はいずれのコンバインにおいても、3%の実損失、いいかえれば6%のコンバイン総損失以下でなければならないことがわかる。

もちろん、能率が向上し、作業可能日数が増加したならば、多少損失が多くとも採算が合うであろうことはいうまでもない。

ここで、再び前にもどってクローラー型10フィートとホイール型6フィートについて比較して考えてみることにしよう。

例えば、いずれのコンバインも40ヘクタールを作業するとした場合、利用経費は、クローラー型10フィートの方が約660円高い。しかしながら、コンバインの広域利用が組織的に行なわれるならば、ホイール型6フィートが40ヘクタールを作業する間に、クローラー型10フィートは、69ヘクタールを作業しうる、その場合の利用経費は、クローラー型10フィートの方がむしろ、ホイール型6フィートよりも約140円安く作業できることになる。

したがって、一概に、クローラー型10フィートが有利か、ホイール型6フィートが有利かを速断することはできない。

クローラー型にすべきか、ホイール型にすべきかは、圃場が乾田であるか、湿田であるか、また圃場相互間の距離、農場整備の良否によって決定

さるべき性質のものである。

2. 労賃と機械利用の採算分岐点

つきに、労賃が採算分岐面積にどのような影響を与えるかを調べてみよう。

最近の労賃の高騰は恐ろしいものである。数年前までは1人1日500円前後で、経験豊富な労務者を使うことができたものであるが、今では1,000円を越えることが多い。特に水田地帯にあってはその傾向が強く、1人1日1,200円を支払い、昼には副食を与え、3時に小屋を出し、送り迎えの車代はすべてこちら持ちである。人夫を集める苦労や経費を考えれば、軽く1日1,500円以上となるのが普通である。

このような高騰現象がいつまで続くものであるか、高騰理由は何であるか、ということについては、ここで触れるのをとどめ、労賃の高低が、機械利用にどのように影響するかを、利用経費計算の分野から解析してみよう。

前提のクローラー型10フィートコンバインを水稲に利用した場合の経費曲線を第10図に再び作図してみよう。曲線の実線はオペレーターの人件費を1時間200円とした場合である。

ここで一般の労務者の労賃を1人1日800円から1,600円まで200円刻みにして考え、慣行労働の手刈り、結束、運搬、脱穀の労働時間が10アール当たり延べ23時間かかるとする。1日10時間完全稼働するとすれば、10アール当たり2.3人であり、10アール当たりの慣行の労賃が計算される。これを縦軸上にとり、横軸に平行線を引いて、経費曲線と交わった点が、慣行法とコンバインのそれぞれの労賃における採算分岐点となる。

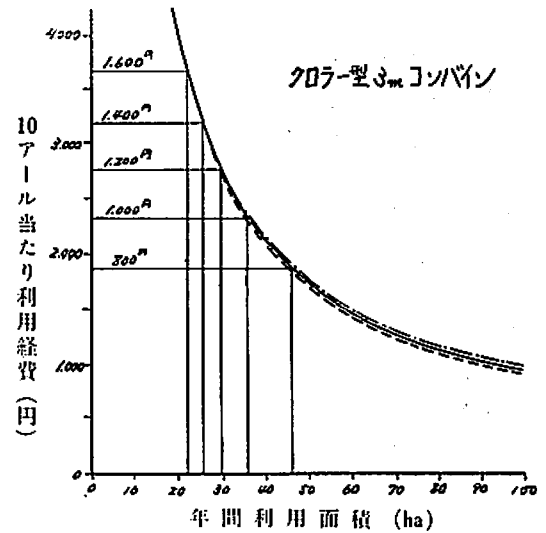
一方コンバインの利用経費に含まるべき、オペレーターや補助作業員の人件費も、同様に高低することになるので、一般の労賃と同率を1時間200円に掛けて、作図してみたものが、点線と鎖線によって書かれた曲線であって、図で知りうるように、実線でえがかれたものの中はきわめて狭い。すなわちコンバインは作業能率が高く、人数を多く要さないから10アール当たりの人件費の20%の上下は、あまり大きく影響を及ぼさない。特に固定経費が高額となるから、図示した場合、ほとん

ど無視できることとなる。

さて、第10図から労賃が800円の場合は約45ヘクタール、1,000円で35.5ヘクタール、1,200円で29ヘクタール、1,400円で25ヘクタール、1,600円で22ヘクタールが採算分岐面積となることを知るのである。

もちろん、労賃が1,600円で22ヘクタールが採算分岐面積であるからといって、22ヘクタールままとまりさえすれば、450万円ものコンバインの利用が可能であるという訳にはゆかない。

また、800円の労賃だからといって、45ヘクタール以上でなければ絶対使用していけないというきめ手ともならない。労賃は800円であるが、雇いたくとも雇う人間がない場合もあるし、前項で述べたように、収穫損失を考慮にも入れなければならぬのである。また、年間に何日、何時間何ヘクタールの作業が可能であるかを、調べる必要もあるのである。



第10図 利用経費と労賃の関係

以上、利用経費の計算法に始まって、経費曲線の性格から、個人もしくは数戸が利用すべき機械、利用組合などで共同利用すべき機械、そして農協などが単位となって広域利用事業として利用すべき機械があり、機械化作業体系は、これら3つの異なった性格を有する機械が、有機的に組み合わせり、入れ混って完成すべきものであることを述べてきた。したがって、個々の農家や、ある集団

が、それぞれ自分で所有し、自分で利用し、自分で経済性をうんぬんするという、おれが、おれが方式では機械化作業体系は、経済的に組み立てられるものではない。自分で持っているものがあれば、共同所有のものもあり、また、農協が事業的に作業してくれるものもある。といったぐあいにおいて、機械化は達成されるのである。

米国カリフォルニア州の農場の実例であるが、純系乳牛 200 頭を所有するその農場で、わずかに 3 台の作業機しか所有していない。その作業機はモーターにサイドレーキとフォーレージハーベスターである。しかし、耕うん整地の必要な時期にはプラウやハローを借りてきて作業するし、播種機も借りてきて作業する。防除作業は、電話 1 本で大型スプレーヤーがきてくれる。麦のコンバイン、コンチョッパー、ヘイベイラーなどみなこの仕組みで作業が行なわれるのである。

米国の裕福な大農場でさえ、資本主義経済の荒波を乗り切るためには、最も経済的な機械の利用法を考えねばならないのである。農場自体が持つのは、ほとんど毎日使う機械、すなわち利用度の高い機械なのである。

また、本章においては、機械の経済性や採算分岐点などについても触れ、収穫損失といった作業精度や、労賃の高低がいかに大きな影響を示すものであるかを解説した。

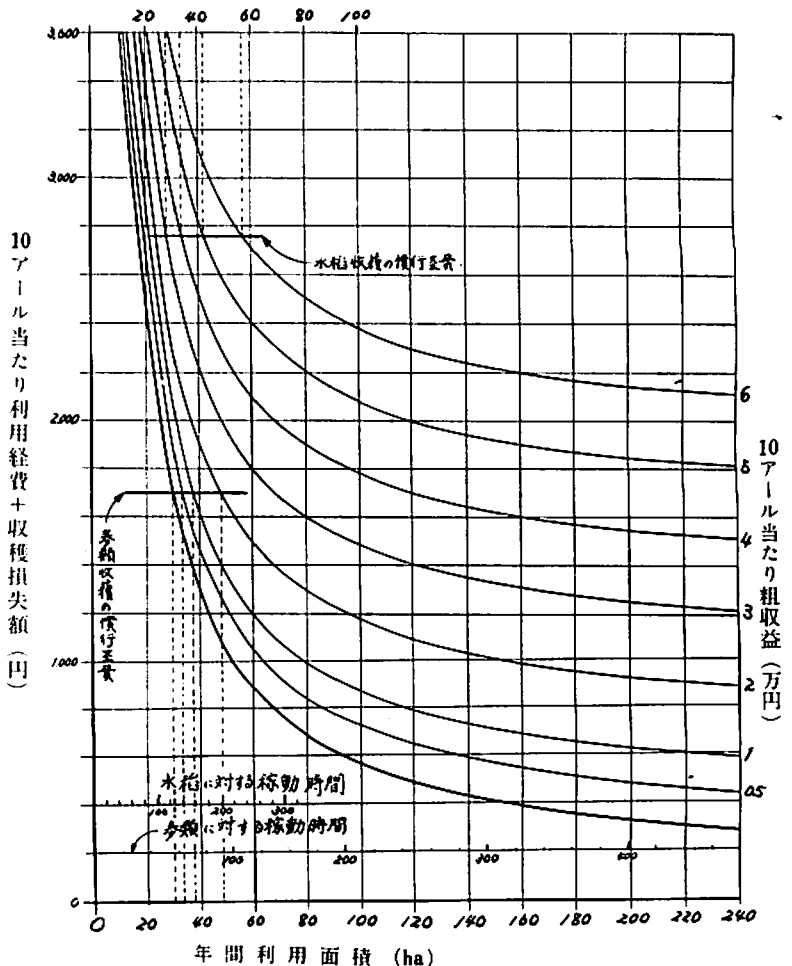
これらを十分に承知して、機械化を考えると、いかに慎重に機械の導入を図らねばならないかが、明らかとなってくるであろう。

機械化に最も重要なことは計画と検討である。慎重な検討の結果、導入可能と出た場合には、大胆に実行にうつすべきも

のと考える。

3. 単位粗収益と採算分岐点

作業精度と採算分岐点の項で、水稲と麦類の採算分岐点の相違について述べたが、本項においては、単位面積当たりの粗収益の相違が、採算分岐点に大きな影響を及ぼすことについて述べる。第11図は、1.8 m コンバインについての経費曲線である。この場合の作業能率は、水田作業で0.23 ha/Hr, 畑の作業で 0.52 ha/Hr, 差引実損失を 3 %とした場合である。横軸に年間利用面積をとり左側に10アール当たり利用経費に収穫損失額を加えたもの、右側に10アール当たり粗収益を目盛っている。経費曲線の最下線は、損失を考慮に入れない場合のもので、その上は順に0.5, 1, 2 万円



第11図 単位粗収益と採算分岐点 (1.8 m コンバイン)

の経費+収穫損失の曲線である。

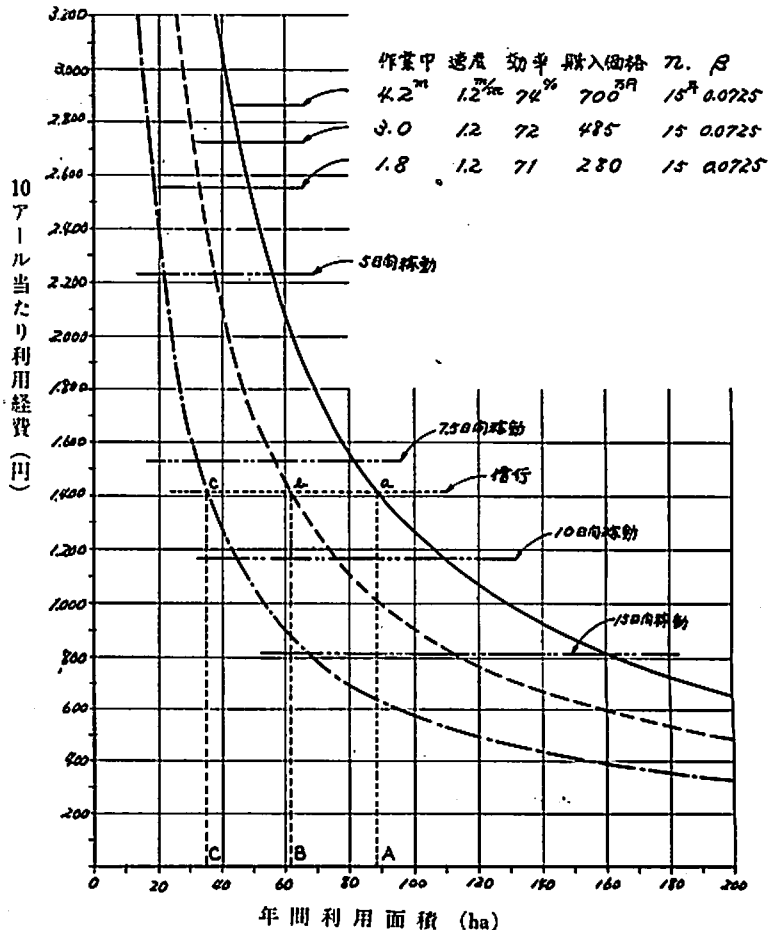
第11図から麦類の収穫における採算分岐点は、10アール粗収入が1万円の場合38ヘクタール、2万円で48ヘクタール、その場合、コンバイン稼働時間は72時間、92時間である。水稲の収穫では4万円の場合34ヘクタール、5万円で42ヘクタール、6万円で57ヘクタールとなり、その場合のコンバインの稼働時間は145時間、195時間、240時間であることがわかる。水稲のコンバインによる収穫時間はこれほど多くを望めないから、コンバインを水稲にのみ利用することは不可能に近く、この図からもコンバインは水稲と麦と兼用で利用し、年間の稼働時間、利用面積を増加することによって、採算線上に乗せることが必要である。また単位粗収入の大なる圃場ほど、採算分岐の面積

が大となるので、運営面で充分注意をはらい、利用面積の拡大をはかるようにする必要がある。

4. 作業幅と採算分岐点

自走式作業機にあっては、作業幅の大小により採算分岐点が大きく支配される。第12図は、1.8m、3.0m、4.2mと異なった作業幅を有する畑用コンバインについての経費曲線である。麦類収穫の慣行経費1,410円に対する採算分岐面積は1.8mで36ヘクタール、3.0mで62ヘクタール、4.2mで88ヘクタールである。各機種とも、5日間、7.5日間、10日間あるいは15日間稼働の場合、作業する面積をそれぞれ経費曲線上にとり、それぞれを線で結ぶと、ほとんど横軸と平行な線を引くことができる。したがって、図上に示した条件下においては、いかなる作業幅のコンバインも、何時間の利用を行なった場合、利用経費の上ではほとんど差が出てこ

ない。条件の設定によって、多少の差は出て来るとも知れないが、大差ないものと考えてよからう。したがって、コンバインの運営上からみて、どの作業幅のコンバインを導入すべきであるかという問題にしばられて来る。運営上の問題としては、コンバインのオペレーターの数をどの程度確保しうるかが第一であり、オペレーターは少ない方がよいから、作業幅の大きなコンバインの方が有利である。しかし、運営のためには、各圃場から圃場への移動のために、道路、橋を通過しなければならないから、使用せんとする地帯の道路等の事情によって、選定されねばならないから、この面では、作業幅の大きなコンバインは必ずしも有利でない。



第12図 畑用コンバインの採算分岐点